

ズームレンズ

Zoom Lens

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

本発明はズームレンズ、特にコンパクトカメラに好適な小型・低コストで広画角な3レンズ群よりなるズームレンズに関する。

2. Description of the Related Art

従来よりコンパクトカメラ用のズームレンズとして、構成の簡単な2レンズ群よりなるズームレンズが多く用いられている。しかし、近年、コンパクトカメラ用のズームレンズにおいて、小型化・高変倍化、の要求が高くなってきていている。特に変倍に際し、短焦点距離端の広画角化への要求が高くなってきてている。そのため構成の簡単な2レンズ群よりなるズームレンズでは、短焦点距離端から長焦点距離端までの良好な収差のバランスを得るには限界があり、3レンズ群よりなるズームレンズが主流となってきた。

さらに、コンパクトカメラ用のレンズ系においては一眼レフカメラ用のレンズ系と異なり、バックフォーカスを長く取る必要性が低いことや、全長を短く構成できる利点から、最終レンズ群が負の構成となるテレフォトタイプが多く用いられる。特に3レンズ群よりなるズームレンズにおいては正・正・負のレンズ構成が広く用いられている。また、これらの要求を満たしながらも、一層の低成本化も要望されてきている。

そして、従来そのようなズームレンズとして、例えば、特開平11-1119098号、特開平10-90600号及び特開2000-275524号に記載の如きズームレンズが提案されている。

SUMMARY OF THE INVENTION

本発明によるズームレンズは、物体側より順に配置された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とを有し、広角端から望遠端への変倍に際し、各レンズ群を

各々レンズ群同士の間隔を変化させるように物体側へ移動させることで変倍を行うズームレンズ系であって、前記第1レンズ群が、2枚のレンズで構成され、前記第2レンズ群が、物体側から順に配置された、物体側に凹面を向けた第1の正レンズと、物体側に凹面を向けた第2の正レンズとで構成され、前記第3レンズ群が、2枚のレンズで構成され、前記第1、第2及び第3レンズ群をあわせた全レンズ枚数が6枚である。

また、本発明によるズームレンズは、物体側より順に配置された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とを有し、広角端から望遠端への変倍に際し、各レンズ群を物体側へ移動させることで変倍を行うズームレンズ系であって、前記第1レンズ群が、1枚の正レンズと1枚の負レンズとで構成され、前記第2レンズ群が、物体側より順に配置された、物体側に凹面を向けた第1の正レンズと、物体側に凹面を向けた第2の正レンズとで構成され、前記第3レンズ群が、物体側より順に、非球面を有するプラスチックレンズと、負レンズとで構成され、前記第1、第2及び第3レンズ群をあわせた全レンズ枚数が6枚である。

また、本発明によるズームレンズは、開口絞りが前記第2レンズ群の物体側にあるのが望ましい。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足するのが望ましい。

$$1.3 < f_{-21} / f_t < 2.5$$

但し、 f_{-21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、前記第1の正レンズが、少なくとも1面に非球面を有するプラスチックレンズで構成されているのが望ましい。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足するのが望ましい。

$$0.17 < f_{-22} / f_{-21} < 0.25$$

但し、 f_{-21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{-22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式のいずれか、もしくは全てを満足するのがさらに望ましい。

$$1.0 < f_w / IH < 1.4$$

$$0.2 < f_G2 / f_G1 < 0.45$$

$$0.24 < f_b_w / f_w < 0.40$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高、 f_G1 は第1レンズ群の焦点距離、 f_G2 は第2レンズ群の焦点距離、 f_b_w はズームレンズの広角端におけるバックフォーカスである。

また、本発明によるズームレンズは、望遠端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が、広角端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔よりも大きく、また、望遠端における前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が、広角端における前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔よりも小さいことが望ましい。

また、本発明によるカメラは、前記ズームレンズと、その像側に配置された撮影領域を制限する手段を備え、次の条件式を満足する。

$$1.0 < f_w / IH < 1.4$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.2 < f_G2 / f_G1 < 0.45$$

ただし、 f_G1 は第1レンズ群の焦点距離、 f_G2 は第2レンズ群の焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.24 < f_b_w / f_w < 0.4$$

但し、 f_b_w はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離である。

また、本発明によるカメラは、前記ズームレンズと、その像側に配置された撮影領域を制限する手段を備えることが望ましい。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$1.4 < f_21 / f_t < 2.5$$

但し、 f_21 は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠

端における焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$1.49 < f_{21} / f_t < 2.5$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、前記第1の正レンズが、少なくとも1面に非球面を有するプラスチックレンズで構成され、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.18 < f_{22} / f_{21} < 0.25$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、前記第1の正レンズが、少なくとも1面に非球面を有するプラスチックレンズで構成され、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.19 < f_{22} / f_{21} < 0.25$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$1.1 < f_w / IH < 1.4$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$1.15 < f_w / IH < 1.4$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.23 < f_G2 / f_G1 < 0.45$$

但し、 f_G1 は第1レンズ群の焦点距離、 f_G2 は第2レンズ群の焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.27 < f_{\text{G}2} / f_{\text{G}1} < 0.45$$

但し、 $f_{\text{G}1}$ は第1レンズ群の焦点距離、 $f_{\text{G}2}$ は第2レンズ群の焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.25 < f_{\text{bw}} / f_w < 0.4$$

但し、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.26 < f_{\text{bw}} / f_w < 0.4$$

但し、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$1.3 < f_{\text{21}} / f_t < 2.3$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$1.3 < f_{\text{21}} / f_t < 2.0$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、前記第1の正レンズが、少なくとも1面に非球面を有するプラスチックレンズで構成され、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.17 < f_{\text{22}} / f_{\text{21}} < 0.23$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、前記第1の正レンズが、少なくとも1面に非球面を有するプラスチックレンズで構成され、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.17 < f_{22} / f_{21} < 0.22$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$1.0 < f_w / IH < 1.37$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$1.0 < f_w / IH < 1.35$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.2 < f_G 2 / f_G 1 < 0.42$$

但し、 $f_G 1$ は第1レンズ群の焦点距離、 $f_G 2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.2 < f_G 2 / f_G 1 < 0.38$$

但し、 $f_G 1$ は第1レンズ群の焦点距離、 $f_G 2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.24 < f_{bw} / f_w < 0.35$$

但し、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.24 < f_{bw} / f_w < 0.30$$

但し、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離である。

また、本発明によるズームレンズは、総レンズ枚数が6枚であることが望ましい。

また、本発明によるカメラは、総レンズ枚数が6枚であるズームレンズを有することが望ましい。

本発明によれば、小型・低コスト・広画角でありながら、少ない構成枚数で性能の良好な3レンズ群からなるズームレンズを実現することができる。

These and other features and advantages of the present invention will become apparent from the following detailed description of the preferred embodiments when taken in conjunction with the accompanying drawings.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1A, 1B及び1Cは本発明の第1実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端、中間及び望遠端での状態をそれぞれ示している。

図2A, 2B, 2C及び2D、2E, 2F, 2G及び2H、及び2I, 2J, 2K及び2Lは第1実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差をそれぞれ示す図であり、広角端、中間及び望遠端での状態を夫々示している。

図3A, 3B及び3Cは本発明の第2実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端、中間及び望遠端での状態をそれぞれ示している。

図4A, 4B, 4C及び4D、4E, 4F, 4G及び4H、及び4I, 4J, 4K及び4Lは第2実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差をそれぞれ示す図であり、広角端、中間及び望遠端での状態を夫々示している。

図5A, 5B及び5Cは本発明の第3実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端、中間及び望遠端での状態をそれぞれ示している。

図6A, 6B, 6C及び6D、6E, 6F, 6G及び6H、及び6I, 6J, 6K及び6Lは第3実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差をそれぞれ示す図であり、広角端、中間及び望遠端での状態を夫々示している。

図 7 A, 7 B 及び 7 C は本発明の第 4 実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端、中間及び望遠端での状態をそれぞれ示している。

図 8 A, 8 B, 8 C 及び 8 D, 8 E, 8 F, 8 G 及び 8 H, 及び 8 I, 8 J, 8 K 及び 8 L は第 4 実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差をそれぞれ示す図であり、広角端、中間及び望遠端での状態を夫々示している。

図 9 A, 9 B 及び 9 C は本発明の第 5 実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端、中間及び望遠端での状態をそれぞれ示している。

図 10 A, 10 B, 10 C 及び 10 D, 10 E, 10 F, 10 G 及び 10 H, 及び 10 I, 10 J, 10 K 及び 10 L は第 5 実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差をそれぞれ示す図であり、広角端、中間及び望遠端での状態を夫々示している。

図 11 は本発明の 3 レンズ群からなるズームレンズを用いたカメラの一例を示す概略斜視図である。

図 12 は図 11 のカメラの内部の概略構成を示す断面図である。

図 13 は図 12 のカメラの対角長を示す説明図である。

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

実施例の説明に先立ち、本発明のズームレンズ及びそれを用いたカメラの作用効果について説明する。

まず、本発明のズームレンズの基本的な構成による作用効果について説明する。

本発明のズームレンズは、例えば図 1 に示すように、物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とを有し、広角端から望遠端への変倍に際し、各レンズ群を物体側へ移動させることで変倍を行っている。そして、本発明では、前記第 1 レンズ群が、2 枚のレンズで構成され、前記第 2 レンズ群が、物体側から順に、物体側に凹面を向けた第 1 の正レンズと第 2 の正レンズとで構成さ

れ、前記第3レンズ群が2枚のレンズで構成されている。

ズームレンズにおいて、製造誤差による性能劣化を低減するためには、各レンズ群内における残存収差を抑えることが重要である。そのための手段として従来、第2レンズ群内に正屈折力の光学素子と負屈折力の光学素子を少なくとも各1枚配置する構成が良く用いられている。

しかしながら、正・正・負の3レンズ群からなるズームレンズにおいて、変倍領域を増大するためには、特に第2レンズ群に強い収束効果をもたらせる必要がある。このため、負・正の各1枚ずつのレンズで第2レンズ群を構成した場合、唯一の正レンズに収束効果を全て負担させることとなる。これは第2レンズ群内における収差補正を困難にし、第2レンズ群内における残存収差の増加を招く。また、各レンズ群の相対偏心によるレンズ全系の性能劣化を引き起こす要因となる。

また、この対策として第2レンズ群内における正レンズを複数使用する構成も良く知られているが、構成枚数が増えることはコスト面においては明らかに不利となる。

これらを鑑みて、本発明においては、第2レンズ群を物体側から順に、物体側に凹面を向けた第1の正レンズと第2の正レンズとで構成している。第1の正レンズの物体側に向けられた凹面は、発散効果を奏し、第2レンズ群の主点を像面側へ移動させる効果があり、望遠端において第2レンズ群と第3レンズ群との間隔確保の効果がある。また2枚の正レンズを用いることにより、第2の正レンズの正の屈折力を小さくすることが可能となる。また、第2レンズ群の前に開口絞りを置いた場合、開口絞りと第2レンズ群とが略アプラナティックな関係を形成することとなり、球面収差とコマ収差の低減に効果がある。

また、第1レンズ群は2枚のレンズで、さらに詳細には、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとで構成されており、正・負のレンズの材質を適切に設定することによりズームレンズ全系での色収差を補正し、最適なバランスを取ることが可能となる。

また、第3レンズ群を2枚のレンズ、さらに詳細には、物体側より順に、非球面を有するプラスチックレンズと、負レンズとで構成することが望ましい。

第3レンズ群は他のレンズ群に比べてレンズ径が特に大きい。このため、第3レンズ群に3枚以上のレンズ枚数を使用しても、単にコストが増加するばかりである。しかも、それだけではなく鏡枠を沈胴構造とした時の沈胴厚の増加や、重量増などを招き、小型化を損なう要因となってしまう。また第3レンズ群を、非球面を有する1枚の単レンズで置き換えることは、性能的には十分可能である。

しかしながら、第3レンズ群はテレフォトタイプを構成する上で、望遠比を小さくするため、他の各群と比較して強い屈折力が必要となる。ゆえに、第3レンズ群を1枚のプラスチック非球面レンズに置き換えては、様々な使用環境で一定の性能を維持することは困難である。また上述のように第3レンズ群はレンズ径が大きく、ガラス非球面レンズや、ガラス球面レンズの基盤上に樹脂層による非球面を形成したハイブリッド型非球面レンズを使用した場合、コストが非常に高価なものになってしまう。したがって、第3レンズ群は上述したような2枚のレンズで構成することが望ましい。

さらに、本発明においては、次の条件式(1)を満足するのが望ましい。

$$1.3 < f_{-2\ 1} / f_{-t} < 2.5 \quad \cdots (1)$$

但し、 $f_{-2\ 1}$ は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{-t} はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

本発明では、条件式(1)をもって、第2レンズ群の前記第1の正レンズの焦点距離とズームレンズの望遠端における焦点距離との比を規定している。条件式(1)の下限値を下回ると、前記第1の正レンズの相対的な屈折力が強くなり、第2レンズ群の主点が物体側へ移動することになり、変倍において望遠端での第2レンズ群と第3レンズ群の間隔の確保が困難となる。一方、条件式(1)の上限値を上回ると、第1の正レンズの相対的なパワーが弱くなってしまい、第2レンズ群における収束効果を担えなくなり収差補正が困難となる。さらに、前記第1の正レンズが、少なくとも1面に非球面を有するプラスチックレンズで構成されているのが好ましい。

近年、プラスチック非球面レンズは使用環境の変化における性能変化という課題を残しながらも、その収差補正能力と低成本というメリットから使用頻

度は高まっている。前記第2レンズ群において、変倍時に第2レンズ群と第3レンズ群との空気間隔を確保するために、主たる収束効果は像面側に配置された第2の正レンズに分担させて、第1の正レンズを比較的弱いパワーに設定することが可能である。また、第2レンズ群を2枚により構成すると、レンズ群内における心調整は第1の正レンズと第2の正レンズとによってのみ決まるため、複数のレンズを要する構成に比べて心調整が容易に行える。これらの条件により第1の正レンズを非球面プラスチックレンズとすると、収差補正、コスト、組み立て性の面から適している。

さらに、次の条件式(2)を満足するのが望ましい。

$$0.17 < f_{-22} / f_{-21} < 0.25 \quad \cdots (2)$$

但し、 f_{-21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{-22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

また、本発明では、条件式(2)をもって、第2レンズ群の前記1の正レンズの焦点距離と前記第2の正レンズの焦点距離との比を規定している。条件式(2)の下限値を下回ると、第2レンズ群における収束効果のほとんどを前記第2の正レンズのみで負担することとなり、前記第2の正レンズによる収差発生が大きくなりレンズ群内の残存収差を補正しきれなくなる。一方、条件式(2)の上限値を上回ると、プラスチックで形成された前記第1の正レンズの屈折力が強くなり過ぎ、使用環境の変化に対する性能保証が困難となる。また、該第2レンズ群の主点位置が物体側へ移動し、変倍に際し望遠端における該第2レンズ群と該第3レンズ群との間隔の確保が困難となる。

さらに、次の条件式(3),(4)及び(5)のいずれか、もしくはすべてを満足するのが望ましい。

$$1.0 < f_w / IH < 1.4 \quad \cdots (3)$$

$$0.2 < f_{-G2} / f_{-G1} < 0.45 \quad \cdots (4)$$

$$0.24 < f_{b-w} / f_w < 0.40 \quad \cdots (5)$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高、 f_{-G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{-G2} は第2レンズ群の焦点距離、 f_{b-w} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカスである。

条件式(3)の上限値を上回ると、本発明の目的である広画角化を実現していないこととなる。一方、条件式(3)の下限値を下回ると、収差、特にアス・コマの収差の発生が抑えられなくなる。

また、本発明では、条件式(4)をもって、第1レンズ群の焦点距離と第2レンズ群の焦点距離との比を規定している。条件式(4)の下限値を下回ると、望遠端における全長が大きくなり小型化に不利となる。一方、条件式(4)の上限値を上回ると、第1レンズ群の相対的な屈折力が強くなることを意味し、第1レンズ群径の増大を招き、広画角化における収差補正が困難となってしまう。

条件式(5)の下限値を下回ると、バックフォーカスが短くなり過ぎて、第3レンズ群、特に最終レンズの径が大きくなり、小型化できなくなる。一方、条件式(5)の上限値を上回ると、第3レンズ群の屈折力が強くなり、第3レンズ群の縦倍率の増大によるフォーカス感度の増大、フォーカス調整による性能変動、レンズ群の偏心による性能劣化を増大させる要因となってしまう。

なお、本発明によるズームレンズは、望遠端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が、広角端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔よりも大きく、望遠端における前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔よりも小さいのが望ましい。このように構成すれば、負の第3レンズ群が、正の第2レンズ群に近づくことで、主たる変倍作用を行い、正の第1レンズ群と正の第2レンズ群との間隔が広がることでも変倍機能を分担する。このため、収差変動を抑えながら高変倍比化することができる。

なお、上述した本発明における各構成要件や各条件式は相互に満足するのが好ましい。また、各条件式についてその上限値もしくは下限値、またはその双方をより限定するのが好ましい。例えば、条件式(1)における下限値を限定した、次の条件式(1')を満足するのが好ましい。

$$1.4 < f_{-21} / f_t < 2.5 \quad \cdots (1')$$

但し、 f_{-21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

さらには、次の条件式(1'')を満足するのが、より一層好ましい。

$$1.49 < f_{21} / f_t < 2.5 \quad \cdots(1'')$$

また、条件式(2)における下限値を限定した、次の条件式(2')を満足するのが好ましい。

$$0.18 < f_{22} / f_{21} < 0.25 \quad \cdots(2')$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

さらには、次の条件式(2")を満足するのが、より一層好ましい。

$$0.19 < f_{22} / f_{21} < 0.25 \quad \cdots(2'')$$

また、条件式(3)における下限値を限定した、次の条件式(3')を満足するのが好ましい。

$$1.1 < f_w / IH < 1.4 \quad \cdots(3')$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

さらには、次の条件式(3")を満足するのが、より一層好ましい。

$$1.15 < f_w / IH < 1.4 \quad \cdots(3'')$$

また、条件式(4)における下限値を限定した、次の条件式(4')を満足するのが好ましい。

$$0.23 < f_{G2} / f_{G1} < 0.45 \quad \cdots(4')$$

但し、 f_{G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{G2} は第2レンズ群の焦点距離である。

さらには、次の条件式(4")を満足するのが、より一層好ましい。

$$0.27 < f_{G2} / f_{G1} < 0.45 \quad \cdots(4'')$$

また、条件式(5)における下限値を限定した、次の条件式(5')を満足するのが好ましい。

$$0.25 < f_{bw} / fw < 0.4 \quad \cdots(5')$$

但し、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 fw はズームレンズの広角端における焦点距離である。

さらには、次の条件式(5")を満足するのが、より一層好ましい。

$$0.26 < f_{bw} / fw < 0.4 \quad \cdots(5'')$$

また、条件式(1)における上限値を限定した、次の条件式(1'')を満足するのが好ましい。

$$1.3 < f_{21} / f_t < 2.3 \quad \cdots (1'')$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

さらには、次の条件式(1'')を満足するのが、より一層好ましい。

$$1.3 < f_{21} / f_t < 2.0 \quad \cdots (1'')$$

また、条件式(2)における上限値を限定した、次の条件式(2'')を満足するのが好ましい。

$$0.17 < f_{22} / f_{21} < 0.23 \quad \cdots (2'')$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

さらには、次の条件式(2'')を満足するのが、より一層好ましい。

$$0.17 < f_{22} / f_{21} < 0.22 \quad \cdots (2'')$$

また、条件式(3)における上限値を限定した、次の条件式(3'')を満足するのが好ましい。

$$1.0 < f_w / IH < 1.37 \quad \cdots (3'')$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

さらには、次の条件式(3'')を満足するのが、より一層好ましい。

$$1.0 < f_w / IH < 1.35 \quad \cdots (3'')$$

また、条件式(4)における上限値を限定した、次の条件式(4'')を満足するのが好ましい。

$$0.2 < f_{G2} / f_{G1} < 0.42 \quad \cdots (4'')$$

但し、 f_{G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{G2} は第2レンズ群の焦点距離である。

さらには、次の条件式(4'')を満足するのが、より一層好ましい。

$$0.2 < f_{G2} / f_{G1} < 0.38 \quad \cdots (4'')$$

また、条件式(5)における上限値を限定した、次の条件式(5'')を満足するの

が好ましい。

$$0.24 < f_{bw}/fw < 0.35 \quad \cdots (5'')$$

但し、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 fw はズームレンズの広角端における焦点距離である。

さらには、次の条件式(5'')を満足するのが、より一層好ましい。

$$0.24 < f_{bw}/fw < 0.30 \quad \cdots (5'')$$

また、上記条件式(1),(1'),(1''),(1'''),(1''')における上限値及び下限値を組み合わせた条件式、条件式(2),(2'),(2''),(2'''),(2''')における上限値及び下限値を組み合わせた条件式、条件式(3),(3'),(3''),(3'''),(3''')における上限値及び下限値を組み合わせた条件式、条件式(4),(4'),(4''),(4'''),(4''')における上限値及び下限値を組み合わせた条件式、条件式(5),(5'),(5''),(5'''),(5''')における上限値及び下限値を組み合わせた条件式をそれぞれ満足するようにしてもよい。

また、後述する各実施例における上記各条件式対応値を対応する各条件式の上限値もしくは下限値としてもよい。

また、上記本発明のいずれかの構成のズームレンズ及びその像側に配置された撮影領域を制限する手段を備えてカメラを構成するとよい。

その場合、次の条件式(3)を満足するのが望ましい。

$$1.0 < fw/IH < 1.4 \quad \cdots (3)$$

但し、 fw はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

第1実施例

図1A, 1B及び1Cは本発明の第1実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端、中間及び望遠端での状態をそれぞれ示している。図2A, 2B, 2C及び2D、図2E, 2F, 2G及び2H、及び2I, 2J, 2K及び2Lは第1実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差をそれぞれ示しており、広角端、中間、及び望遠端での状態を夫々示している。

第1実施例のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負

の屈折力を有する第3レンズ群とを有している。図中、Iは像面である。

第1レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL₁₁と、両凸レンズL₁₂とで構成されている。

第2レンズ群G2は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL₂₁と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL₂₂とで構成されている。正メニスカスレンズL₂₁は、プラスチックレンズで構成されている。

第3レンズ群G3は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL₃₁と、両凹レンズL₃₂とで構成されている。正メニスカスレンズL₃₁はプラスチックレンズで構成されている。

無限遠物点合焦時において広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は物体側へ移動し、第2レンズ群G2は開口絞りSとともに第1レンズ群G1との間隔が開くように物体側へ移動し、第3レンズ群G3は第2レンズ群G2との間隔が狭まるように物体側へ移動する。

非球面は、上述した第2レンズ群G2中の正メニスカスレンズL₂₁の物体側の面と、第3レンズ群G3中の正メニスカスレンズL₃₁の両面に設けられている。

次に、第1実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを示す。

第1実施例の数値データにおいて、r₁、r₂、…は各レンズ面の曲率半径、d₁、d₂、…は各レンズの肉厚または空気間隔、n_{d1}、n_{d2}、…は各レンズのd線での屈折率、ν_{d1}、ν_{d2}、…は各レンズのアッベ数、Fno.はFナンバー、fは全系焦点距離、ωは半画角を表している。

なお、非球面形状は、光軸方向をz、光軸に直交する方向をyにとり、円錐係数をK、非球面係数をA₄、A₆、A₈、A₁₀としたとき、次の式で表される。

$$z = (y^2/r) / [1 + \{1 - (1+K)(y/r)^2\}^{1/2}] \\ + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

なお、これらの記号は後述の各実施例の数値データにおいても共通である。

数値データ1

最大像高 (I H) : 21.63mm

$r_1 = -18.904$

$d_1 = 1.00$

$n_{d1} = 1.72825$

$\nu_{d1} = 28.46$

$r_2 = -51.235$

$d_2 = 0.15$

$r_3 = 26.332$

$d_3 = 2.86$

$n_{d3} = 1.51823$

$\nu_{d3} = 58.90$

$r_4 = -26.332$

$d_4 = D.4$

$r_5 = \infty$ (開口絞り)

$d_5 = 3.00$

$r_6 = -13.6809$ (非球面)

$d_6 = 3.42$

$n_{d6} = 1.52542$

$\nu_{d6} = 55.78$

$r_7 = -12.4580$

$d_7 = 0.48$

$r_8 = -22.237$

$d_8 = 4.12$

$n_{d8} = 1.56883$

$\nu_{d8} = 56.36$

$r_9 = -9.936$

$d_9 = D.9$

$r_{10} = -227.264$ (非球面)

$d_{10} = 2.43$

$n_{d10} = 1.52542$

$\nu_{d10} = 55.78$

$r_{11} = -99.500$ (非球面)

$d_{11} = 3.17$

$r_{12} = -12.1130$

$d_{12} = 1.50$

$n_{d12} = 1.78590$

$\nu_{d12} = 44.20$

$r_{13} = 556.239$

非球面係数

第6面

K = 5.2247

$$A_4 = -9.5233 \times 10^{-5} \quad A_6 = 0 \quad A_8 = 0$$

$$A_{10} = 5.6534 \times 10^{-9}$$

第 1 0 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -2.2097 \times 10^{-5} \quad A_6 = 0 \quad A_8 = -1.7009 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 6.5248 \times 10^{-11}$$

第 1 1 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -1.0958 \times 10^{-4} \quad A_6 = 0 \quad A_8 = -7.2602 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 7.0427 \times 10^{-11}$$

ズームデータ

D 0 (物体から第 1 面までの距離) が∞のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	28.94	47.35	77.30
F n o.	4.8	7.4	11.2
ω	36.51	24.03	15.42
D 0	∞	∞	∞
D 4	1.44	4.84	9.11
D 9	7.95	3.98	1.25

第 2 実施例

図 3 A、3 B 及び 3 C は本発明の第 2 実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端、中間及び望遠端での状態をそれぞれ示している。図 4 A、4 B、4 C 及び 4 D、4 E、4 F、4 G 及び 4 H、4 I、4 J、4 K 及び 4 L は第 2 実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差をそれぞれ示しており、広角端、中間及び望遠端での状態を夫々示している。

第 2 実施例のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とを有している。図中、I は像面である。

第1レンズ群G₁は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL₁₁と、両凸レンズL₁₂とで構成されている。

第2レンズ群G₂は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL₂₁と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL₂₂とで構成されている。正メニスカスレンズL₂₁は、プラスチックレンズで構成されている。

第3レンズ群G₃は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL₃₁と、両凹レンズL₃₂とで構成されている。正メニスカスレンズL₃₁はプラスチックレンズで構成されている。

無限遠物点合焦時において広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G₁は物体側へ移動し、第2レンズ群G₂は開口絞りSとともに第1レンズ群G₁との間隔が開くように物体側へ移動し、第3レンズ群G₃は第2レンズ群G₂との間隔が狭まるように物体側へ移動するようになっている。

非球面は、上述した第2レンズ群G₂中の正メニスカスレンズL₂₁の物体側の面と、第3レンズ群G₃中の正メニスカスレンズL₃₁の両面に設けられている。

次に、第2実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値データ2

最大像高 (I H) : 21.63mm

$$r_1 = -19.117$$

$$d_1 = 1.00 \quad n_{d1} = 1.72825 \quad v_{d1} = 28.46$$

$$r_2 = -54.756$$

$$d_2 = 0.15$$

$$r_3 = 26.520$$

$$d_3 = 2.86 \quad n_{d3} = 1.51823 \quad v_{d3} = 58.90$$

$$r_4 = -26.5120$$

$$d_4 = D.4$$

$$r_5 = \infty \text{ (開口絞り)}$$

$$d_5 = 3.00$$

$r_6 = -13.536$ (非球面)

$$d_6 = 3.30$$

$$n_{d6} = 1.52542$$

$$\nu_{d6} = 55.78$$

$r_7 = -12.241$

$$d_7 = 0.42$$

$r_8 = -21.466$

$$d_8 = 4.231$$

$$n_{d8} = 1.56883$$

$$\nu_{d8} = 56.36$$

$r_9 = -9.718$

$$d_9 = D9$$

$r_{10} = -336.211$ (非球面)

$$d_{10} = 2.35$$

$$n_{d10} = 1.52542$$

$$\nu_{d10} = 55.78$$

$r_{11} = -162.000$ (非球面)

$$d_{11} = 3.26$$

$r_{12} = -12.253$

$$d_{12} = 1.50$$

$$n_{d12} = 1.78590$$

$$\nu_{d12} = 44.20$$

$r_{13} = 472.033$

非球面係数

第 6 面

$$K = 1.4149$$

$$A_4 = -3.0509 \times 10^{-4} \quad A_6 = -4.3830 \times 10^{-6} \quad A_8 = -9.8385 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 3.0131 \times 10^{-10}$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -2.7032 \times 10^{-5} \quad A_6 = -4.1339 \times 10^{-7} \quad A_8 = 7.1629 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 1.9807 \times 10^{-11}$$

第 11 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -1.1634 \times 10^{-4} \quad A_6 = -2.3273 \times 10^{-7} \quad A_8 = -2.1070 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 5.3586 \times 10^{-11}$$

ズームデータ

D 0 (物体から第1面までの距離) が∞のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	28.94	47.35	77.30
F n o.	4.8	7.5	11.2
ω	36.37	24.05	15.44
D 0	∞	∞	∞
D 4	1.46	4.73	9.42
D 9	7.99	4.13	1.50

第3実施例

図5A、5B及び5Cは本発明の第3実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端、中間及び望遠端での状態をそれぞれ示している。図6A、6B、6C及び6D、6E、6F、6G及び6H、及び6I、6J、6K及び6Lは第3実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差をそれぞれ示しており、広角端、中間、及び望遠端での状態を夫々示している。

第3実施例のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群とを有している。図中、Iは像面である。

第1レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL1₁と、両凸レンズL1₂とで構成されている。

第2レンズ群G2は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL2₁と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL2₂とで構成されている。正メニスカスレンズL2₁は、プラスチックレンズで構成されている。

第3レンズ群G3は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL3₁と、両凹レンズL3₂とで構成されている。正メニスカスレンズL3₁はプラスチックレンズで構成されている。

無限遠物点合焦時において広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は物体側へ移動し、第2レンズ群G2は開口絞りSとともに第1レン

ズ群 G 1 との間隔が開くように物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は第 2 レンズ群 G 2 との間隔が狭まるように物体側へ移動するようになっている。

非球面は、上述した第 2 レンズ群 G 2 中の正メニスカスレンズ L 2₁ の物体側の面と、第 3 レンズ群 G 3 中の正メニスカスレンズ L 3₁ の両面に設けられている。

次に、第 3 実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値データ 3

最大像高 (I H) : 21.63mm

$$r_1 = -18.041$$

$$d_1 = 1.00 \quad n_{d1} = 1.71736 \quad v_{d1} = 29.52$$

$$r_2 = -56.536$$

$$d_2 = 0.15$$

$$r_3 = 24.352$$

$$d_3 = 2.86 \quad n_{d3} = 1.51633 \quad v_{d3} = 64.14$$

$$r_4 = -24.352$$

$$d_4 = D.4$$

$$r_5 = \infty \text{ (開口絞り)}$$

$$d_5 = 2.91$$

$$r_6 = -14.029 \text{ (非球面)}$$

$$d_6 = 3.30 \quad n_{d6} = 1.52542 \quad v_{d6} = 55.78$$

$$r_7 = -12.581$$

$$d_7 = 0.39$$

$$r_8 = -20.320$$

$$d_8 = 4.31 \quad n_{d8} = 1.56883 \quad v_{d8} = 56.36$$

$$r_9 = -9.608$$

$$d_9 = D.9$$

$$r_{10} = -350.640 \text{ (非球面)}$$

$$d_{10} = 2.34 \quad n_{d10} = 1.52542 \quad v_{d10} = 55.78$$

$$r_{11} = -162.000 \text{ (非球面)}$$

$$d_{11} = 3.26$$

$$r_{12} = -12.204$$

$$d_{12} = 1.50$$

$$n_{d12} = 1.78590$$

$$\nu_{d12} = 44.20$$

$$r_{13} = 456.758$$

非球面係数

第 6 面

$$K = 1.7132$$

$$A_4 = -2.8908 \times 10^{-4} \quad A_6 = -8.3638 \times 10^{-6} \quad A_8 = 1.8160 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -8.0277 \times 10^{-9}$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -2.9619 \times 10^{-5} \quad A_6 = -8.0805 \times 10^{-8} \quad A_8 = -9.2212 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 7.0795 \times 10^{-11}$$

第 11 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -1.1805 \times 10^{-4} \quad A_6 = 9.7094 \times 10^{-8} \quad A_8 = -9.6707 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 9.4618 \times 10^{-11}$$

ズームデータ

D 0 (物体から第 1 面までの距離) が∞のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	28.94	44.28	67.71
F n o.	4.8	7.0	10.2
ω	36.43	25.47	17.45
D 0	∞	∞	∞
D 4	1.42	4.33	6.97
D 9	7.83	4.40	1.97

第 4 実施例

図 7 A、7 B 及び 7 C は本発明の第 4 実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端、中間及び望遠

端での状態をそれぞれ示している。図 8 A, 8 B, 8 C 及び 8 D, 8 E, 8 F, 8 G 及び 8 H、及び 8 I, 8 J, 8 K 及び 8 L は第 4 実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差をそれぞれ示しており、広角端、中間、及び望遠端での状態を夫々示している。

第 4 実施例のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とを有している。図中、I は像面である。

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 1₁ と、両凸レンズ L 1₂ とで構成されている。

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 2₁ と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 2₂ とで構成されている。正メニスカスレンズ L 2₁ は、プラスチックレンズで構成されている。

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 3₁ と、両凹レンズ L 3₂ とで構成されている。正メニスカスレンズ L 3₁ はプラスチックレンズで構成されている。

無限遠物点合焦時において広角端から望遠端へと変倍する際には、第 1 レンズ群 G 1 は物体側へ移動し、第 2 レンズ群 G 2 は開口絞り S とともに第 1 レンズ群 G 1 との間隔が開くように物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は第 2 レンズ群 G 2 との間隔が狭まるように物体側へ移動するようになっている。

非球面は、上述した第 2 レンズ群 G 2 中の正メニスカスレンズ L 2₁ の物体側の面と、第 3 レンズ群 G 3 中の正メニスカスレンズ L 3₁ の両面に設けられている。

次に、第 4 実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値データ 4

最大像高 (IH) : 21.63mm

$$r_1 = -18.804$$

$$d_1 = 1.00 \quad n_{d1} = 1.78470 \quad \nu_{d1} = 26.29$$

$$r_2 = -45.235$$

$$d_2 = 0.15$$

$$r_3 = 27.068$$

$$d_3 = 2.86$$

$$n_{d3} = 1.51742$$

$$\nu_{d3} = 52.43$$

$$r_4 = -26.5957$$

$$d_4 = D4$$

$$r_5 = \infty \text{ (開口絞り)}$$

$$d_5 = 3.00$$

$$r_6 = -13.144 \text{ (非球面)}$$

$$d_6 = 3.56$$

$$n_{d6} = 1.52542$$

$$\nu_{d6} = 55.78$$

$$r_7 = -12.254$$

$$d_7 = 0.29$$

$$r_8 = -20.399$$

$$d_8 = 3.54$$

$$n_{d8} = 1.56883$$

$$\nu_{d8} = 56.36$$

$$r_9 = -9.550$$

$$d_9 = D9$$

$$r_{10} = -331.760 \text{ (非球面)}$$

$$d_{10} = 2.35$$

$$n_{d10} = 1.52542$$

$$\nu_{d10} = 55.78$$

$$r_{11} = -162.000 \text{ (非球面)}$$

$$d_{11} = 3.26$$

$$r_{12} = -12.141$$

$$d_{12} = 1.50$$

$$n_{d12} = 1.78800$$

$$\nu_{d12} = 47.37$$

$$r_{13} = 479.737$$

非球面係数

第 6 面

$$K = 2.5393$$

$$A_4 = -2.4205 \times 10^{-4} \quad A_6 = -6.2724 \times 10^{-6} \quad A_8 = 2.7182 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -1.1754 \times 10^{-8}$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -5.9701 \times 10^{-5} \quad A_6 = -2.4651 \times 10^{-7} \quad A_8 = 8.1006 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 1.8527 \times 10^{-11}$$

第 1 1 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -1.6433 \times 10^{-4} \quad A_6 = 1.9935 \times 10^{-8} \quad A_8 = -3.9685 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 7.2450 \times 10^{-11}$$

ズームデータ

D 0 (物体から第 1 面までの距離) が ∞ のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	28.94	52.91	96.65
F n o.	4.9	8.3	13.6
ω	36.35	21.84	12.50
D 0	∞	∞	∞
D 4	1.01	5.12	11.02
D 9	8.65	4.13	1.22

第 5 実施例

図 9 A、9 B 及び 9 C は本発明の第 5 実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端、中間、及び望遠端での状態をそれぞれ示している。図 10 A, 10 B, 10 C 及び 10 D, 10 E, 10 F, 10 G 及び 10 H、及び 10 I, 10 J, 10 K 及び 10 L は第 5 実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、及び倍率色収差をそれぞれ示しており、広角端、中間、および望遠端での状態を夫々示している。

第 5 実施例のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とを有している。図中、I は像面である。

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 1₁ と、両凸レンズ L 1₂ とで構成されている。

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカス

レンズL₂₁と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL₂₂とで構成されている。正メニスカスレンズL₂₁は、プラスチックレンズで構成されている。

第3レンズ群G₃は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL₃₁と、両凹レンズL₃₂とで構成されている。正メニスカスレンズL₃₁はプラスチックレンズで構成されている。

無限遠物点合焦時において広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G₁は物体側へ移動し、第2レンズ群G₂は開口絞りSとともに第1レンズ群G₁との間隔が開くように物体側へ移動し、第3レンズ群G₃は第2レンズ群G₂との間隔が狭まるように物体側へ移動するようになっている。

非球面は、上述した第2レンズ群G₂中の正メニスカスレンズL₂₁の両面と、第3レンズ群G₃中の正メニスカスレンズL₃₁の両面に設けられている。

次に、第5実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値データ5

最大像高 (I H) : 21.63mm

$$r_1 = -19.288$$

$$d_1 = 1.00 \quad n_{d1} = 1.84666 \quad v_{d1} = 23.78$$

$$r_2 = -50.803$$

$$d_2 = 0.15$$

$$r_3 = 33.453$$

$$d_3 = 2.92 \quad n_{d3} = 1.54814 \quad v_{d3} = 45.79$$

$$r_4 = -24.017$$

$$d_4 = D_4$$

$$r_5 = \infty \text{ (開口絞り)}$$

$$d_5 = 2.77$$

$$r_6 = -12.351 \text{ (非球面)}$$

$$d_6 = 3.93 \quad n_{d6} = 1.52542 \quad v_{d6} = 55.78$$

$$r_7 = -11.388 \text{ (非球面)}$$

$$d_7 = 0.15$$

$$r_8 = -23.141$$

$$d_8 = 3.71$$

$$n_{d8} = 1.53996$$

$$\nu_{d8} = 59.46$$

$$r_9 = -9.103$$

$$d_9 = D9$$

$$r_{10} = -152.371 \text{ (非球面)}$$

$$d_{10} = 2.30$$

$$n_{d10} = 1.52542$$

$$\nu_{d10} = 55.78$$

$$r_{11} = -105.603 \text{ (非球面)}$$

$$d_{11} = 3.52$$

$$r_{12} = -12.239$$

$$d_{12} = 1.50$$

$$n_{d12} = 1.80610$$

$$\nu_{d12} = 40.92$$

$$r_{13} = 396.970$$

非球面係数

第 6 面

$$K = 2.9143$$

$$A_4 = -2.2273 \times 10^{-4} \quad A_6 = -1.4559 \times 10^{-5} \quad A_8 = 1.0733 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = -4.1774 \times 10^{-8}$$

第 7 面

$$K = -0.4349$$

$$A_4 = -2.3000 \times 10^{-6} \quad A_6 = -1.4931 \times 10^{-6} \quad A_8 = 6.9312 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -7.5550 \times 10^{-10}$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 1.2492 \times 10^{-6} \quad A_6 = -1.4760 \times 10^{-6} \quad A_8 = 3.0688 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -5.6794 \times 10^{-11}$$

第 11 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -9.2618 \times 10^{-5} \quad A_6 = -9.3913 \times 10^{-7} \quad A_8 = 6.1653 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 1.1771 \times 10^{-10}$$

ズームデータ

D 0 (物体から第1面までの距離) が∞のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	24.84	43.79	77.30
F n o.	4.2	7.0	11.5
ω	40.90	25.90	15.47
D 0	∞	∞	∞
D 4	1.00	5.30	10.15
D 9	8.05	3.72	1.00

次に、上記各実施例における条件式のパラメータ値等を表1に示す。

【表1】

	第1実施例	第2実施例	第3実施例	第4実施例	第5実施例
f_w	28.94	28.94	28.94	28.94	24.84
f_t	77.3	77.3	67.71	96.65	77.3
f_21	135.1	129.7	130.0	145.0	115.4
f_22	28.157	27.608	27.962	28.234	25.436
f_b_w	8.24	8.29	8.33	8.02	6.48
f_G1	60.5	63.5	58.9	63.3	72.0
f_G2	22.4	21.9	22.2	22.4	19.6
I_H	21.63	21.63	21.63	21.63	21.63
f_21/f_t	1.75	1.68	1.92	1.50	1.49
f_22/f_21	0.21	0.21	0.22	0.19	0.22
f_w/I_H	1.34	1.34	1.34	1.34	1.15
f_G2/f_G1	0.37	0.35	0.38	0.35	0.27
f_b_w/f_w	0.28	0.29	0.29	0.28	0.26

以上説明した本発明のズームレンズは、図11に斜視図で、図12に断面図でそれぞれ示したような構成のコンパクトカメラの撮影用対物レンズaとして用いられる。図11中、G1は正の屈折力を有する第1レンズ群、G2は正の屈折力を有する第2レンズ群、G3は負の屈折力を有する第3レンズ群を示しており、第1レンズ群G1～第3レンズ群G3でもって、上記実施例で説明したような本発明の3レンズ群ズーム光学系が構成されている。また、Lbは撮影用光路、Leはファインダー用光路を示しており、撮影用光路Lbとファインダー用光路Leは平行に並んでおり、被写体の像は、ファインダー用対物レンズ、像正立プリズム、絞り、及び接眼レンズからなるファインダーにより観察され、また、撮影用対物レンズaによりフィルム上に結像される。

ここで、フィルムの直前には、図13に示すような撮影範囲を規定する矩形の開口を持つ視野絞りが配置されている。そして、この視野絞りの対角長が2IHである。

また、フィルムの代わりに、CCD等の電子撮像素子を用いて構成されるコンパクトな電子カメラの撮影用対物レンズとして本発明のズーム光学系を用いることができる。その場合、電子撮像素子へ入射する軸上、及び軸外の主光線がほぼ垂直となるように、電子撮像素子の撮像面の直前に正レンズを配置してもよい。

What is claimed is

1. 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とを有し、広角端から望遠端への変倍に際し、各レンズ群を物体側へ移動させることで変倍を行うズームレンズであって、

前記第1レンズ群が、2枚のレンズで構成され、

前記第2レンズ群が、物体側から順に、物体側に凹面を向けた第1の正レンズと、物体側に凸面を向けた第2の正レンズとで構成され、

前記第3レンズ群が、2枚のレンズで構成され、そして

前記第1、第2及び第3レンズ群の合計レンズ枚数が6枚である。

2. 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とを有し、広角端から望遠端への変倍に際し、各レンズ群を、各々のレンズ群同士の間隔を変化させるように物体側へ移動させることで変倍を行うズームレンズであって、

前記第1レンズ群が、1枚の正レンズと1枚の負レンズとで構成され、

前記第2レンズ群が、物体側より順に、物体側に凹面を向けた第1の正レンズと、物体側に凸面を向けた第2の正レンズとで構成され、

前記第3レンズ群が、物体側より順に、非球面を有するプラスチックレンズと、負レンズとで構成され、そして

前記第1、第2及び第3レンズ群の合計レンズ枚数が6枚である。

3. 開口絞りが、前記第2レンズ群の物体側に配置されている請求項1または2に記載のズームレンズ。

4. 次の条件式を満足する請求項1または2に記載のズームレンズ。

$$1.3 < f_{-2\ 1} / f_{-t} < 2.5$$

但し、 $f_{-2\ 1}$ は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{-t} はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

5. 前記第1の正レンズが、少なくとも1面に非球面を有するプラスチックレンズで構成されている請求項1または2に記載のズームレンズ。

6. 前記第1の正レンズが、少なくとも1面が非球面であるプラスチックレンズで構成され、次の条件式を満足する請求項1または2に記載のズームレンズ。

$$0.17 < f_{-22} / f_{-21} < 0.25$$

但し、 f_{-21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{-22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

7. 次の条件式を満足する請求項1または2に記載のズームレンズ。

$$1.0 < f_w / I_H < 1.4$$

$$0.2 < f_{-G2} / f_{-G1} < 0.45$$

$$0.24 < f_{b-w} / f_w < 0.40$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 I_H は最大像高、 f_{-G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{-G2} は第2レンズ群の焦点距離、 f_{b-w} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカスである。

8. 望遠端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が、広角端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔よりも大きく、そして、望遠端における前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が、広角端における前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔よりも小さい請求項1または2に記載のズームレンズ。

9. 請求項1または2に記載のズームレンズと、その像側に配置された撮影領域を制限する手段を備え、次の条件式を満足するカメラ。

$$1.0 < f_w / I_H < 1.4$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 I_H は最大像高である。

10. 次の条件式を満足する請求項1または2に記載のズームレンズ。

$$0.2 < f_{-G2} / f_{-G1} < 0.45$$

ただし、 f_{-G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{-G2} は第2レンズ群の焦点距離である。

11. 次の条件式を満足する請求項1または2に記載のズームレンズ。

$$0.24 < f_{b-w} / f_{-w} < 0.4$$

但し、 f_{b-w} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 f_{-w} はズームレンズの広角端における焦点距離である。

12. 請求項1または2に記載のズームレンズと、その像側に配置された撮影領域を制限する手段を備えたカメラ。

13. 次の条件式を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$1.4 < f_{-21} / f_{-t} < 2.5$$

但し、 f_{-21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{-t} はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

14. 次の条件式を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$1.49 < f_{-21} / f_{-t} < 2.5$$

但し、 f_{-21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{-t} はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

15. 前記第1の正レンズが、少なくとも1面が非球面であるプラスチックレンズで構成され、次の条件式を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$0.18 < f_{-22} / f_{-21} < 0.25$$

但し、 f_{-21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{-22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

16. 前記第1の正レンズが、少なくとも1面が非球面であるプラスチックレンズで構成され、次の条件式を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$0.19 < f_{22} / f_{21} < 0.25$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

17. 次の条件式を満足する請求項9に記載のカメラ。

$$1.1 < f_w / IH < 1.4$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

18. 次の条件式を満足する請求項7に記載のカメラ。

$$1.15 < f_w / IH < 1.4$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

19. 次の条件式を満足する請求項10に記載のズームレンズ。

$$0.23 < f_{G2} / f_{G1} < 0.45$$

但し、 f_{G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{G2} は第2レンズ群の焦点距離である。

20. 次の条件式を満足する請求項10に記載のズームレンズ。

$$0.27 < f_{G2} / f_{G1} < 0.45$$

但し、 f_{G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{G2} は第2レンズ群の焦点距離である。

21. 次の条件式を満足する請求項21に記載のズームレンズ。

$$0.25 < f_{bw} / fw < 0.4$$

但し、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離である。

22. 次の条件式を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$0.26 < f_{bw}/f_w < 0.4$$

但し、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離である。

23. 次の条件式を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$1.3 < f_{21}/f_t < 2.3$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

24. 次の条件式を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$1.3 < f_{21}/f_t < 2.0$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

25. 前記第1の正レンズが、少なくとも1面が非球面であるプラスチックレンズで構成され、次の条件式を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$0.17 < f_{22}/f_{21} < 0.23$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

26. 前記第1の正レンズが、少なくとも1面が非球面であるプラスチックレンズで構成され、次の条件式を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$0.17 < f_{22}/f_{21} < 0.22$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

27. 次の条件式を満足する請求項9に記載のカメラ。

$$1.0 < f_w / IH < 1.37$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

28. 次の条件式を満足する請求項9に記載のカメラ。

$$1.0 < f_w / IH < 1.35$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

29. 次の条件式を満足する請求項10に記載のズームレンズ。

$$0.2 < f_G2 / f_G1 < 0.42$$

但し、 f_G1 は第1レンズ群の焦点距離、 f_G2 は第2レンズ群の焦点距離である。

30. 次の条件式を満足する請求項10に記載のズームレンズ。

$$0.2 < f_G2 / f_G1 < 0.38$$

但し、 f_G1 は第1レンズ群の焦点距離、 f_G2 は第2レンズ群の焦点距離である。

31. 次の条件式を満足する請求項11に記載のズームレンズ。

$$0.24 < f_bw / fw < 0.35$$

但し、 f_bw はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 fw はズームレンズの広角端における焦点距離である。

32. 次の条件式を満足する請求項11に記載のズームレンズ。

$$0.24 < f_bw / fw < 0.30$$

但し、 f_bw はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 fw はズームレンズの広角端における焦点距離である。

ムレンズの広角端における焦点距離である。

3 3 . 請求項 1 または 2 に記載のズームレンズであって、前記ズームレンズの合計レンズ枚数が 6 枚である。

3 4 . 請求項 1 2 に記載のカメラであって、前記ズームレンズの合計レンズ枚数が 6 枚である。

ABSTRACT OF THE DESCLOSURE

物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とを有し、広角端から望遠端への変倍に際し、各レンズ群を物体側へ移動させることで変倍を行うズームレンズ。第1レンズ群は、1枚の正レンズと1枚の負レンズとで構成され、第2レンズ群は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた第1の正レンズと、物体側に凸面を向けた第2の正レンズとで構成され、そして、第3レンズ群は、物体側より順に、非球面を有するプラスチックレンズと、負レンズとで構成されている。開口絞りSは、第2レンズ群G2の物体側にある。